

中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder：

申 請 日：西元 2002 年 12 月 20 日
Application Date

申 請 案 號：091137005
Application No.

申 請 人：台達電子工業股份有限公司
Applicant(s)

局 長

Director General

蔡 練 生

發文日期：西元 2003 年 2 月 12 日
Issue Date

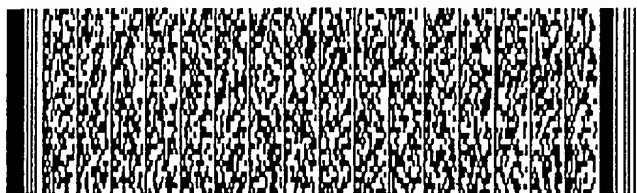
發文字號：09220121500
Serial No.

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法
	英 文	METHOD FOR DESIGNING THE CAVITY LENGTH OF A TUNABLE LASER
二、 發明人 (共2人)	姓 名 (中文)	1. 張紹雄
	姓 名 (英文)	1. CHANG, Sean
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	1. 桃園縣桃園市榮華街64巷37弄30號
	住居所 (英 文)	1. No. 30, Alley 37, Lane 64, Rung Hua St., Taoyuan City, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	1. 台達電子工業股份有限公司
	名稱或 姓 名 (英文)	1. DELTA ELECTRONICS, INC.
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中 文)	1. 桃園縣龜山鄉山頂村興邦路31-1號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英 文)	1. No. 31-1, Shien Pan Road, Kuei San Industrial Zone, Taoyuan County, Taiwan, R.O.C.
	代表人 (中文)	1. 鄭崇華
	代表人 (英文)	1. CHENG, Bruce

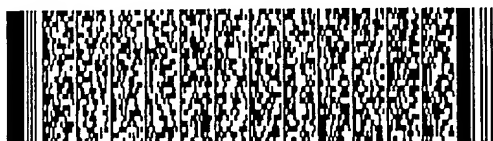


申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人 (共2人)	姓 名 (中 文)	2. 吳家騏
	姓 名 (英 文)	2. WU, Chia-chi
	國 籍 (中 英 文)	2. 中華民國 TW
	住 居 所 (中 文)	2. 台北縣中和市秀明里31鄰景平路268號9樓之10
	住 居 所 (英 文)	2. 9F-10, No.268, Jingping Rd., 31 lin, Hsiuming Li, Junghe City, Taipei Taiwan R.O.C
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中 文)	
	名稱或 姓 名 (英 文)	
	國 籍 (中 英 文)	
	住 居 所 (營 業 所) (中 文)	
	住 居 所 (營 業 所) (英 文)	
	代 表 人 (中 文)	
	代 表 人 (英 文)	



四、中文發明摘要 (發明名稱：可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法)

本發明揭露一種可調變雷射光源 (tunable laser source) 之共振腔長度 (cavity length) 的設計方法，包含下列步驟：選定一國際電訊聯盟 (international telecommunication union ; ITU) 規格之一波段 (wave band)；決定一最小常數，俾該波段內所有波道頻率與其同乘後均轉換成為整數；設定該共振腔之光程長度 (optical path length) 為該最小常數與該等波道頻率及中心波長之乘積之半之一正整數倍；及依該共振腔之光程長度配置該共振腔之長度。

伍、(一) 本案代表圖為 第3圖

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD FOR DESIGNING THE CAVITY LENGTH OF A TUNABLE LASER)

A method for designing the cavity length of a tunable laser source is disclosed. The performing steps are illustrated as follows. Selecting a wave band for standard reference according to the International Telecommunication Union specification ; determining a constant that is a minimum multiplier for transforming all the frequencies among the wave band into integers ;



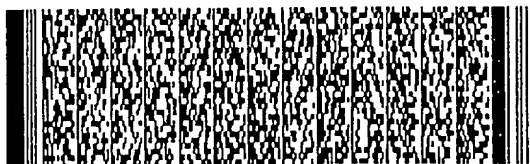
四、中文發明摘要 (發明名稱：可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法)

(二) 本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

301~304 本發明之可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法步驟。

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD FOR DESIGNING THE CAVITY LENGTH OF A TUNABLE LASER)

setting the optical path length of the cavity as a half multiple of the constant, the frequencies, the central wavelength and a positive integer; and disposing the cavity length according to the optical path length.



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



五、發明說明 (1)

一、【發明所屬之技術領域】

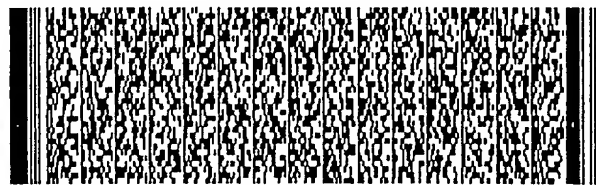
本發明係關於一種可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，特別是關於一種將可調變雷射光源設計成為具一特定共振腔光程長度的方法。

二、【先前技術】

在一光通訊系統中，為了提高光訊號的傳輸效率，一熟習該項技術者常會利用一可調變雷射光源來獲致一特定波長以搭載所要傳輸的光訊號。就習知的可調變雷射光源而言，自雷射所激發出之光波波長的調變通常是利用溫度控制共振腔長度及/或機械調整共振腔長度的方式來達成。

如圖1A所示，在一習知可調變雷射光源10的架構中，一矽基板 (silicon sub-mount) 1上雷射晶片 (laser chip) 2所激發出的光波係經由一透鏡 (lens) 3匯聚成一平行光束 (parallel light beam) 4後輸出，而電熱式調溫器 (thermal electrical cooler; TEC) 5則依據一熱敏電阻 (thermister) 6所感應到的矽基板溫度，調節自雷射晶片2所激發出之光波的波長。就此而言，由於自雷射晶片2所激發出之光波的波長僅單方面依靠溫度控制的方式來調變，因此所調變出的波長往往無法符合需求，且溫度控制上容易有動態範圍過大以致於靈敏度不佳的問題。為此，有人提出另一種外腔式的可調變雷射光源架構。

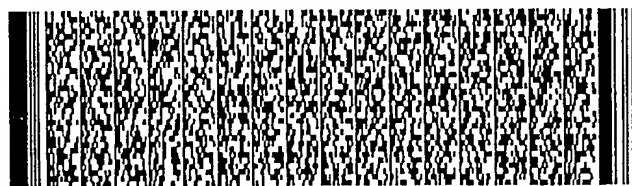
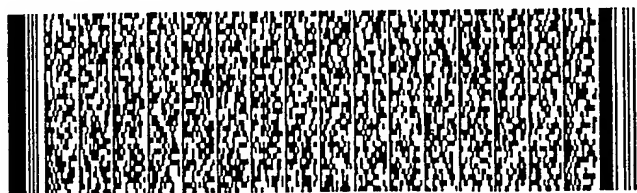
如圖1B所示，一習知外腔式的可調變雷射光源20的架構仍包含一電熱式調溫器16及一熱敏電阻17，與上述可調



五、發明說明 (2)

變雷射光源10不同的是，一矽基板11上係同時裝設有一半導體光放大器(semiconductor optical amplifier; SOA) 12、一透鏡13、一可調式濾光鏡(tunable filter)14及一可調式平面鏡(mirror)15。在此，外部共振腔的總長度 L_t 等於半導體雷射12之共振腔長度 L_1 、半導體雷射12與透鏡13之間的距離 L_2 、透鏡13之寬度 L_3 、透鏡13與可調式濾光鏡14之間的距離 L_4 、可調式濾光鏡14的光學厚度 L_5 及可調式濾光鏡14與可調式平面鏡15之間的距離 L_6 之總和。就此而言，藉由電熱式調溫器16的溫度控制及可調式平面鏡15的位置調整可改變外部共振腔的總長度 L_t ，進而調變可調變雷射光源20所輸出之光波的波長。因此，和上述可調變雷射光源10相較之下，所能調變出的波段較廣且在可調式濾光鏡14的幫助下可進而輸出一特定波道(channel)。

然而，在目前一共振腔長度的調變精度以次微米(sub micro-meter)為基本需求以及國際電訊聯盟規格之標準波長間隔定義(以ITU GRID 50GHz為例係0.4nm)的條件下，上述外腔式可調變雷射光源20所激發之雷射光波的所有特定波道並非完全符合ITU規格之標準波道。換言之，習知外腔式可調變雷射光源20所激發出之光波的特定波道波長，與ITU標準波道之中心波長之間會有偏差(deviation)，且此一偏差隨著波道數的增加會愈來愈大，如圖2所示之 $\Delta\lambda$ 。因此，此類利用動態溫度控制及/或機械調整共振腔長度的方法，常藉由額外的共振腔長度微調機構來確保所輸出的波長符合ITU規格，控制上不但



五、發明說明 (3)

困難且更加費時。

因此，本發明意欲提出一種可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，其除了能讓所激發出之雷射光波的波段涵蓋所選定的一ITU規格的所有波段外，更讓每個輸出波道在此一ITU規格的標準波長間隔定義下符合ITU之標準波道，且不需額外共振腔微調機構而可加快波長調整速度。

三、【發明內容】

為解決上述問題，本發明之一目的在於提出一種可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，俾解決習知技術中調變波長之控制不易的問題。

本發明之另一目的在於提出一種可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，俾一可調變雷射光源之輸出光波的調變精度滿足次奈米的需求且符合ITU規格之標準波長間隔定義。

本發明之又一目的在於提出一種可調式雷射光源之共振腔長度的設計方法，俾一可調變雷射光源所激發之雷射光波的所有特定波道完全符合ITU規格之標準波道而無偏差。

依本發明一實施樣態所提供之一種可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，包含下列步驟：選定一ITU規格之一波段；決定一最小常數，俾該波段內所有波道頻率與其同乘後均轉換成為整數；設定該共振腔之光程長度為該最小常數與該等波道頻率及中心波長之乘積之半之一正整數倍；及依該共振腔之光程長度配置該共振腔之長度。



五、發明說明 (4)

另一實施樣態中，更可包含下列步驟：利用一溫控設備將該共振腔之溫度控制於一固定值內，並實施一溫度補償程序以補償因組裝公差造成共振腔的長度變異。此外，上述之溫控設備係由一電熱式調溫器及一熱敏電阻組成。

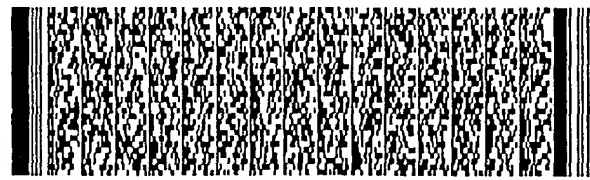
一實施例中，該共振腔係由複數光學元件組成，諸如一半導體雷射、一透鏡、一可調式濾光鏡及一平面鏡；而依該共振腔之光程長度配置該共振腔之長度係利用該共振腔之光程長度與該等光學元件之折射率配置該共振腔之長度。

採用本發明所設計之具特定光程長度之共振腔的優點在於，可使激發波長不偏移標準波道，而共振腔的長度只需依操作環境的差異進行一固定值的溫度控制，而不需要隨著真實的輸出波長進行調整，不但控制上更為精準且可省去微調共振腔長度的機構而加快波長調整速度。

四、【實施方式】

如前所述，本發明意欲針對一可調變雷射光源之輸出光波波長在一特定ITU規格之標準波長間隔定義下無法與標準波道中心波長符合的問題提出一解決方案。本發明為使一可調變雷射光源之共振腔所輸出的光波波長滿足所有ITU規格之標準波長，係以ITU規格所有標準波長的公倍數及/或其整數倍作為共振腔長度。以下將說明本發明所提出之可調變雷射光源之共振腔長度之設計方法的原理及實施步驟。

已知一可調變雷射光源之共振腔的特性滿足下式



五、發明說明 (5)

(1)，即共振腔光程長度等於二分之一光波波長的整數倍，其中L代表共振腔光程長度，n代表任意正整數， λ 代表光波波長。另外，由於一光波波長及其光波頻率之乘積為一常數(即波速)，如式(2)所示，其中f代表光波頻率， λ 代表光波波長，R代表一常數，因此在ITU的規格中，光波頻率及其對應的波長必須滿足式(2)。表(一)顯示三種不同ITU C波段之波道間隔定義下之頻率及波長範圍。舉ITU C波段(C band) 50GHz規格為例，波道間隔為50GHz，頻率範圍為191THZ ~ 195.95THZ。

$$L = n \times (\lambda / 2) \quad (1)$$

$$R = f \times \lambda \quad (2)$$

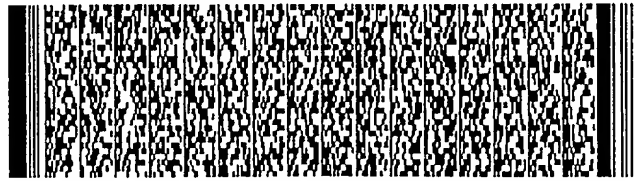
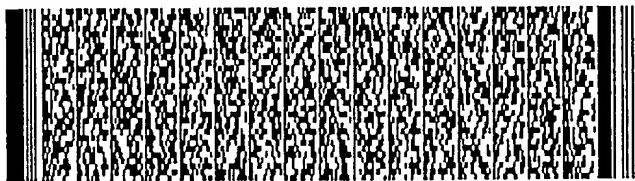
(表一)

ITU GRID 50 GHZ		ITU GRID 100 GHZ		ITU GRID 200 GHZ	
頻率 f (THZ)	波長 λ (nm)	頻率 f (THZ)	波長 λ (nm)	頻率 f (THZ)	波長 λ (nm)
191.00	1569.59	191.00	1569.59	191.00	1569.59
191.05	1569.18	191.10	1568.77	191.20	1567.95
191.10	1568.77	191.20	1567.95	191.40	1566.31
191.15	1568.36	191.30	1567.13	191.60	1564.68
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
195.80	1531.12	195.60	1532.68	195.20	1535.82
195.85	1530.72	195.70	1531.90	195.40	1534.25
195.90	1530.33	195.80	1531.12	195.60	1532.68
195.95	1529.94	195.90	1530.33	195.80	1531.12



五、發明說明 (6)

首先，從表(一)來看，由於ITU規格中各個標準波道的中心波長 λ 所對應的頻率 f 均帶有小數，因此，只要根據式(2)將這些頻率 f 同乘一最小常數 K 使其轉變成為整數值 Kf (如圖3之步驟302)，則可找出上述公倍數中的最小值，即各個頻率之最小整數值 Kf 與波長 λ 之乘積 KR 。然後，再根據式(1)可將一可調變雷射光源之共振腔之光程長度 L 設計成為此一公倍數中最小值 KR 之半的正整數倍 (如圖3之步驟303)。如此一來，經由此一可調變雷射光源共振腔所輸出之光波在ITU規格中某一特定波段內(例如C波段)之各個波道波長便能與各個ITU波道中心波長完全相符。進一步地，依據此一特定的光程長度來配置共振腔的特定長度(如圖3之步驟304)，例如利用可調變雷射光源之共振腔內各個光學元件的介質折射率(refractive index)與光程長度之間的關係來配置。舉ITU 50GHZ規格為例，各個波道的頻率間隔為0.05THZ，故將所有頻率同乘以一最小常數20可將所有頻率均轉換成正整數，如此，式(2)將變成式(3)。比較式(3)與式(1)，由於式(3)中的 $20f$ 均為正整數，因此 $(20f) \times \lambda$ 就相當於式(1)中的 $n \times \lambda$ 。因此，一共振腔之光程長度 L 即可依式(1)設成 $n \times \lambda \times 1/2$ ，即 $(20f) \times \lambda \times 1/2$ 或 $10R$ 的正整數倍。同理，當ITU規格分別為25、100及200GHZ時，吾人可分別將一可調變雷射光源之光程長度 L 設計成 $20R$ 之整數倍、 $5R$ 之整數倍及 $2.5R$ 之整數倍。以上關於本發明之可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法之步驟流程圖係如圖3所示。



五、發明說明 (7)

$$20R = (20f) \times \lambda \quad (3)$$

表(二)中所列為ITU 50GHZ C波段中，各個標準波道之中心波長、本發明之可調變雷射光源共振腔(共振腔光程長度為10R)所輸出光波的波道波長及一習知外腔式可調變雷射光源共振腔(共振腔光程長度為3013.22 μm)所輸出光波波長比較。

(表二)

ITU 50GHZ 標準波道 之中心波長(nm)	本發明之可調變雷射 光源共振腔之輸出波 長(nm)	習知之可調變雷射光 源共振腔之輸出波長 (nm)
1529.94	1529.94	1529.94
1530.33	1530.33	1530.33
⋮	⋮	⋮
1568.77	1568.77	1568.57
1569.18	1569.18	1568.98
1569.59	1569.59	1569.79

由表(二)中可看出本發明之可調變雷射光源之輸出光波的波道波長與標準波道之中心波長幾乎沒有誤差。因此，採用本發明所設計之具特定光程長度之共振腔，可使激發波長不偏移標準波道，如此一來，共振腔的長度只需依操作環境的差異進行一固定值的溫度控制，而不需要隨著真實的輸出波長進行調整，不但控制上更為精準且可省

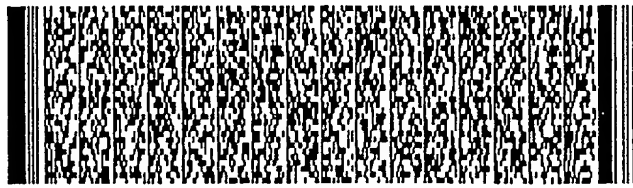
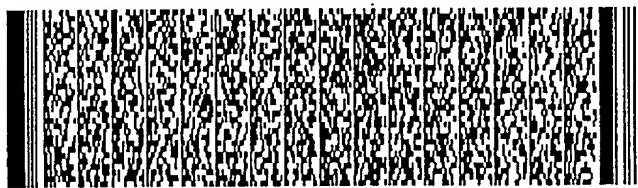


五、發明說明 (8)

去微調共振腔長度的機構而加快波長調整速度。

圖4係一流程圖，顯示本發明一實施例中，具一特定光程長度(如上所述之 $10R$)之外腔式可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法。首先，步驟401，在一基板上同時裝設所需的光學元件諸如一半導體雷射、一透鏡、一可調變濾波器及一反射鏡；其次，步驟402，依照前述方法計算出一特定ITU波段所有波長之公倍數的最小值；步驟403，選定此一公倍數之最小值之半的任一正整數倍值作為共振腔的光程長度；步驟404，依照共振腔光程長度及基板上各個光學元件的折射率來設計共振腔的長度並加以固定；步驟405，利用一溫控設備將共振腔溫度控制在一定值內；及步驟406，實施一溫度補償程序以補償因組裝公差造成共振腔的長度變異。需注意的是，本實施例之外腔式可調變雷射光源之共振腔長度可依所選定之ITU規格及其波段來設計，且此一共振腔長度的決定方法適用於所有具外部共振腔之可調變雷射光源。另一方面，由於本發明之可調變雷射光源之共振腔長度在固定之後便可自然避免波長偏移的現象，所以操作過程中不需要額外增加任何的波長補償調整機構。

綜上，本發明已利用實際例子及藉由各個實施例來詳加描述。然而，熟習該項技術者當了解的是，本發明之各個實施例在此僅為例示性而非為限制性，亦即，在不脫離本發明實質精神及範圍之內，上述所述及之各個方法步驟的變化例及修正例均為本發明所涵蓋。因此，本發明係由



五、發明說明 (9)

後附之申請專利範圍所加以界定。



圖式簡單說明

五、【圖式簡單說明】

圖1A係一示意圖，顯示一習知可調變雷射光源的共振腔架構；

圖1B係一示意圖，顯示另一習知外腔式的可調變雷射光源的共振腔架構；

圖2係一示意圖，顯示習知外腔式可調變雷射光源所激發出之光波頻譜與ITU標準波道頻譜之間的偏差情形；

圖3係一流程圖，顯示本發明之可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法；及

圖4係一流程圖，顯示本發明一實施例之外腔式可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法。

元件符號說明：

1、11 矽基板；2 雷射晶片；3、13 透鏡；4 平行光束；5、16 電熱式調溫器；6、17 熱敏電阻；10、20 可調變雷射光源；12 半導體光學放大器；14 可調式濾光鏡；15 可調式平面鏡；301~304 本發明之可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法步驟；401~406 本發明一實施例之外腔式可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法步驟。



六、申請專利範圍

1. 一種可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，包含下列步驟：

選定一國際電訊聯盟(international telecommunication union；ITU)規格之一波段；

決定一最小常數，俾該波段內所有波道頻率與其同乘後均轉換成為整數；

設定該共振腔之光程長度為該最小常數與該等波道頻率及中心波長之乘積之半之一正整數倍；及

依該共振腔之光程長度配置該共振腔之長度。

2. 如申請專利範圍第1項之可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，更包含下列步驟：

利用一溫控設備將該共振腔之溫度控制於一定值內。

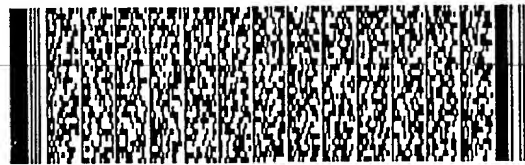
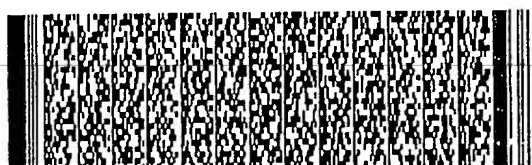
3. 如申請專利範圍第2項之可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，更包含下列步驟：

實施一溫度補償程序以補償因組裝公差造成該共振腔的長度變異。

4. 如申請專利範圍第1項之可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，其中該共振腔係由複數光學元件組成。

5. 如申請專利範圍第1項之可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，其中該溫控設備係由一電熱式調溫器及一熱敏電阻組成。

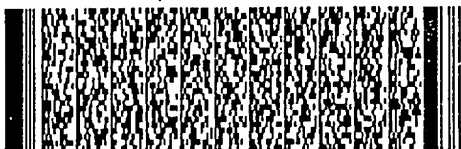
6. 如申請專利範圍第4項之可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，其中依該共振腔之光程長度配置該共振腔之長度係利用該共振腔之光程長度與該等光學元件之折



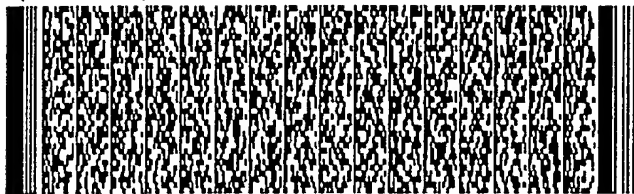
六、申請專利範圍

射率配置該共振腔之長度。

7. 如申請專利範圍第4項之可調變雷射光源之共振腔長度的設計方法，其中該等複數光學元件係一半導體雷射、一透鏡、一可調式濾光鏡及一平面鏡。



第 1/17 頁



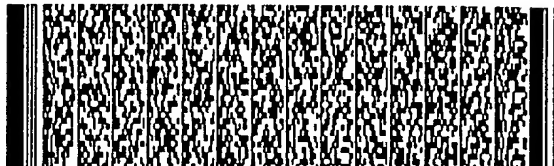
第 2/17 頁



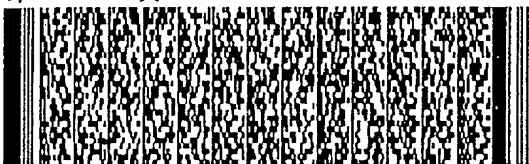
第 3/17 頁



第 3/17 頁



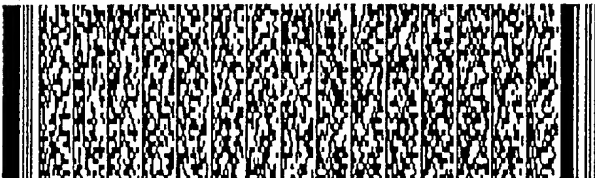
第 4/17 頁



第 5/17 頁



第 6/17 頁



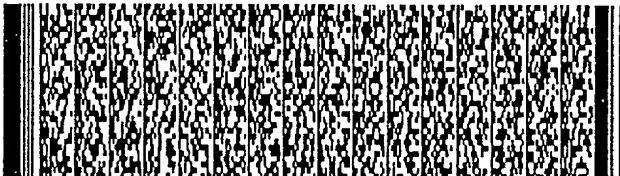
第 6/17 頁



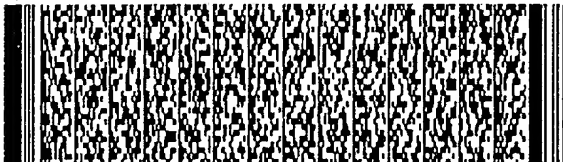
第 7/17 頁



第 7/17 頁



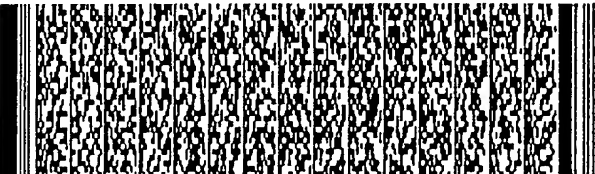
第 8/17 頁



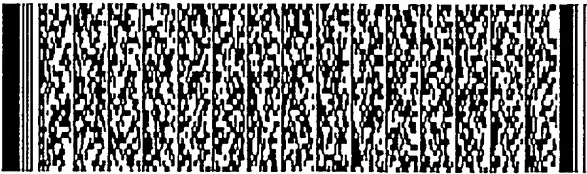
第 8/17 頁



第 9/17 頁



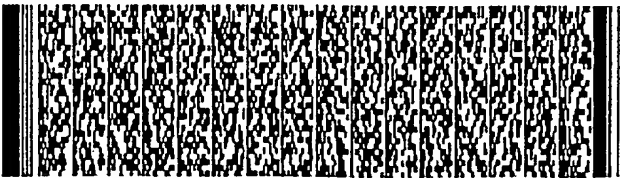
第 9/17 頁



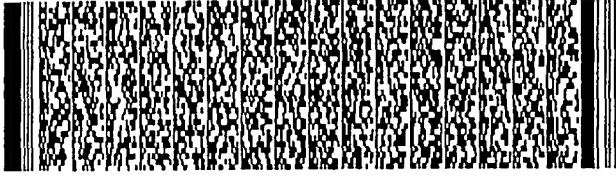
第 10/17 頁



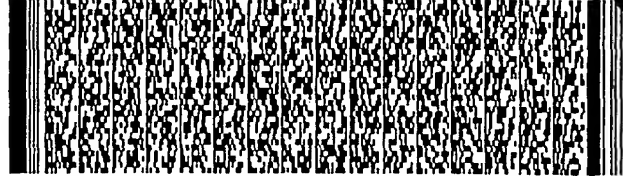
第 11/17 頁



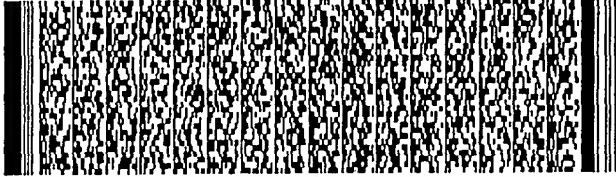
第 11/17 頁



第 12/17 頁



第 13/17 頁



第 13/17 頁



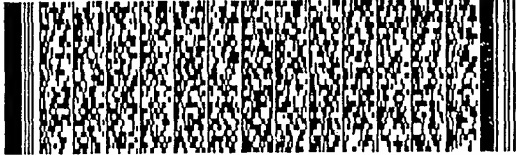
第 14/17 頁



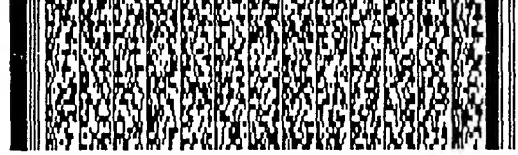
第 15/17 頁



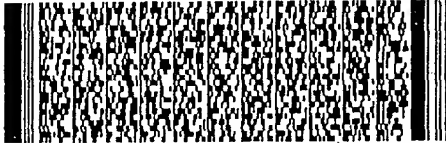
第 16/17 頁



第 16/17 頁



第 17/17 頁



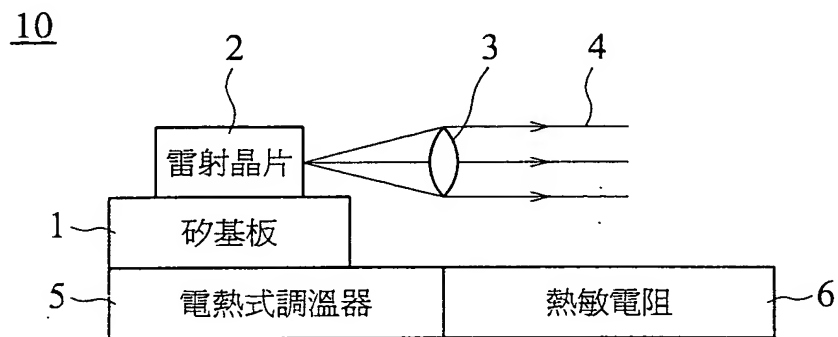


圖 1A

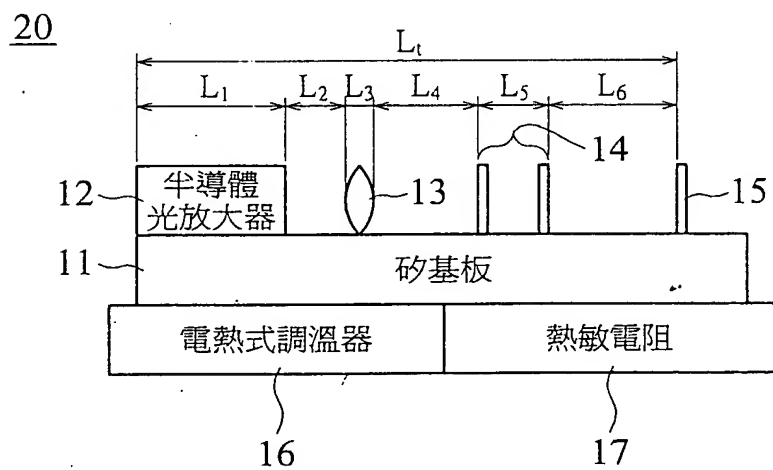


圖 1B

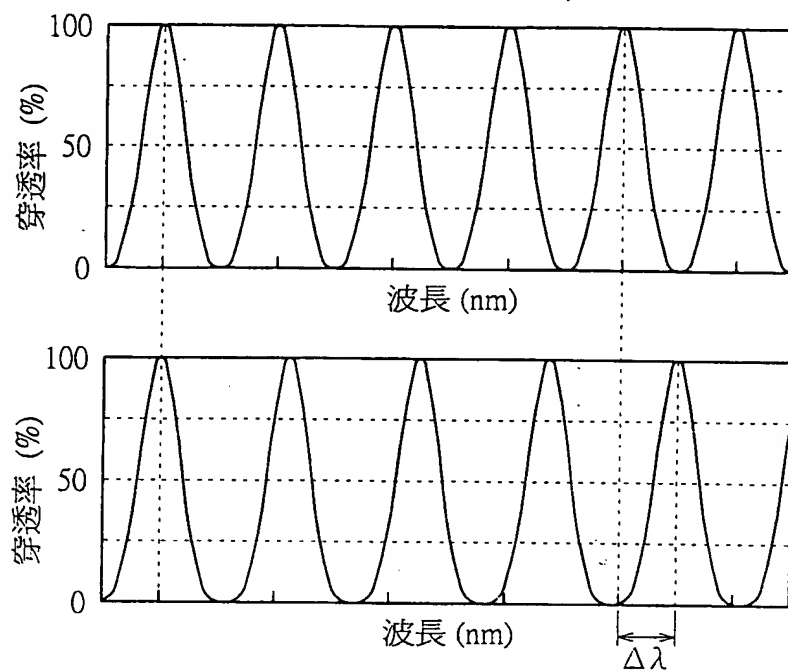


圖 2

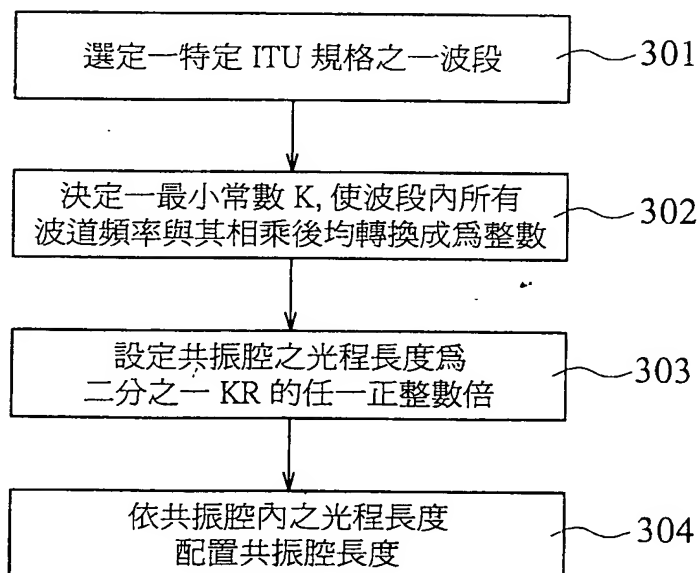


圖 3

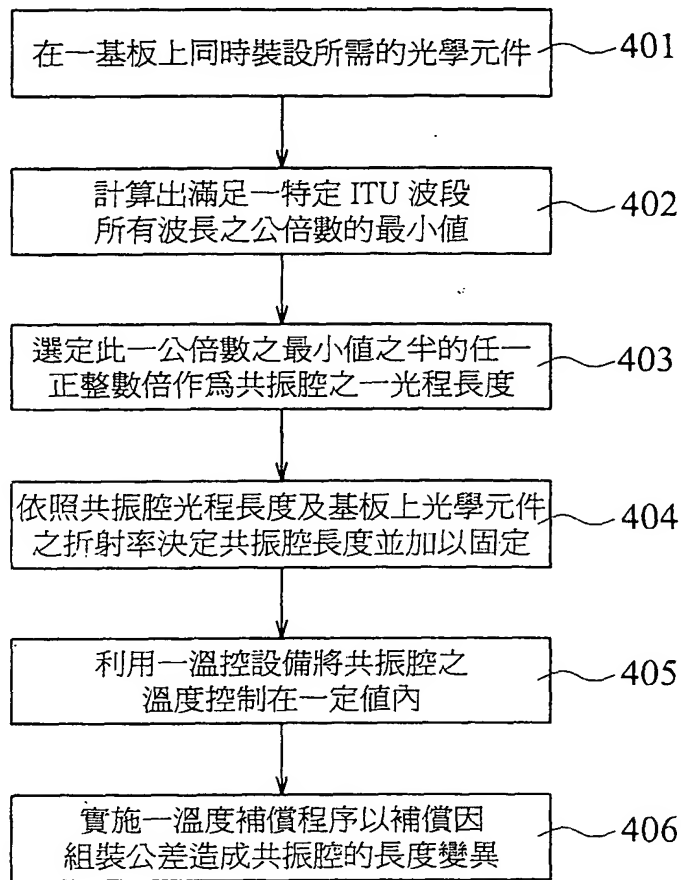


圖 4